

Article

« Précisions au sujet des termes de débit, d'écoulement et de ruissellement en hydrologie »

Louis-Edmond Hamelin

Cahiers de géographie du Québec, vol. 2, n° 2, 1957, p. 139-152.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/020027ar>

DOI: 10.7202/020027ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

PRÉCISIONS AU SUJET DES TERMES DE DÉBIT, D'ÉCOULEMENT ET DE RUISSELLEMENT EN HYDROLOGIE *

par

Louis-Edmond HAMELIN

Professeur de géographie, Université Laval, Québec.

SUMMARY

Hydrology, one of the most neglected branches of geography, is primarily the study of flowing waters derived from precipitations. Hence, the words « discharge », « flow » and « run-off » are at the core of research in this field. There is much confusion about these terms which are not given the same meanings by the various authors. The best definitions would be the following: « discharge » means the quantity of water that flows; « flow » concerns rather the action of flowing, and « run-off » is the part of the rainfall that flows, or the quantity of rainfall using streams when leaving a region.

The epithets added to these basic terms are also very different from one researcher to another or from one country to another. Trying to eliminate this looseness of terminology, the author has attempted to define the main qualificatives applied to the three fundamental words. Hence the hydrological studies will gain in accuracy. French and English terms used in scientific publications should be as much equivalent as possible.

Il est très étonnant de constater que les magnifiques travaux de morphologie « normale » entrepris par les géographes n'aient pas été accompagnés de recherches aussi pénétrantes en hydrologie. Depuis 50 ans, en effet, l'on a beaucoup étudié les transformations morphologiques commandées par les rivières mais très peu les eaux elle-mêmes,¹ comme si la connaissance du caractère de l'agent n'était pas nécessaire à la compréhension de son œuvre. Sans hésiter, nous voyons dans cette démarche non seulement une erreur méthodologique mais une occasion de plus de retarder la création d'une interprétation convenable du relief.

C'est ainsi que l'on pense immédiatement à la pénéplaine lorsqu'on s'inquiète du devenir morphologique de la Laurentie. Mais, il faudrait d'abord réfléchir au régime² saisonnier propre des affluents du Saint-Laurent. L'écou-

* Communication présentée au VI^e congrès de l'Association canadienne des géographes, Montréal, 6-8 juin 1956. La permission a été accordée de publier ce texte dans une revue autre que celle de l'Association.

¹ Il faut faire exception pour Maurice PARÉ qui a publié entre autres : *Fleuves et Rivières*, 3^e édition (1955), Armand Colin, 230 p. ; *Potamalogie*, 2^e édition (1949), cours photocopiés, Grenoble, 335 p. ; *Sur les progrès récents de l'hydrologie fluviale*, dans Publications du Centre de documentation cartographique et géographique, Paris 1954, p. 99-169 ; *Hydrologie du Saint-Laurent et de ses affluents*, dans la *Revue canadienne de géographie*, vol. II, nos 2-3-4 (sept.-déc. 1948), p. 35-84, figures.

² Régime : mot qui exprime les comportements d'un cours d'eau en fonction du temps et en rapport avec les circonstances qui en sont la mesure.

lement nivo-pluvial *du printemps* apporte environ 50% du volume total annuel des eaux écoulées. Ce ruissellement (sens morphologique) est un agent d'érosion très agressif à cause de sa masse, sa vitesse et sa charge ; de plus, il s'attaque à des terrains mal défendus puisque la végétation passablement luxuriante d'été n'est pas encore installée et que le sol est mollement structuré par suite du vomissement hydrologique provoqué par la disparition du gel saisonnier. Dans ces conditions, l'érosion fluviale est alors vive et sans rapport de valeur avec le module. *Durant l'été*, les hautes températures amènent des phénomènes de dessiccation et sont responsables d'un étiage peu favorable à l'érosion et à l'accumulation fluviales. Les pluies *d'automne* et une diminution dans la puissance de l'évaporation provoquent à la fois un enrichissement du débit et une reprise relative des activités morphologiques des cours d'eau. Les précipitation nivales, les manteaux de neige et de glace, le sol gelé sont des phénomènes *d'hiver* laurentien qui modifient profondément les conditions d'écoulement des fleuves et rivières. Ainsi, même vu rapidement, le régime hydrologique suggère un régime morphologique révélant deux périodes dans l'année : au printemps, les transformations du relief par les eaux courantes se font à une échelle bien supérieure à celle que ne laisserait prévoir le régime saisonnier des précipitations ; par ailleurs, durant le reste de l'année, il n'y a pas de rapport proportionnel entre les précipitations et les modifications morphologiques. En exagérant un peu, l'on pourrait croire que la saison morphologique active ne dure que deux mois. Il importe évidemment de connaître cette relation et bien d'autres avant de s'engager dans de subtiles dissertations morphologiques. Ce n'est qu'après de pénétrantes études, dont l'une d'hydrologie régionale — partant climatique —, que l'on peut risquer une hypothèse sur le devenir morphologique d'une région. Pour notre part, nous doutons fort que la Laurentie soit en train d'être sculptée en pénéplaine à la mode de l'érosion « normale » classique.

Mais, nous laissons ici ce thème fécond des rapports entre hydrologie et morphologie ; nous voulions indiquer seulement l'une des très nombreuses incidences géographiques de l'hydrologie.

Dans un sens très général, l'hydrologie est la science des eaux. Celles-ci sont étudiables à différents points de vue. Il peut être question d'océanographie, de potamologie, de limnologie, de géohydrologie, d'hydrologie médicale, de cryologie, de glaciologie . . . même si les frontières en ces diverses sciences ne sont pas toujours rigoureuses. Nous nous attarderons sur un aspect — le ruissellement — de l'une — l'hydrologie fluviale — des deux branches — hydrologie fluviale et dynamique fluviale — de la potamologie.

L'hydrologie fluviale traite de la phase du cycle de l'eau, phase qui dure du moment où tombent les précipitations jusqu'à celui où les eaux quittent les continents, soit par évaporation soit par ruissellement, après avoir été plus ou moins victimes de rétention. Malgré de grandes différences dans les concepts chez les auteurs, nous pouvons dire que l'hydrologie fluviale est fondamentalement l'étude des eaux qui ruissellent, bassin par bassin : débit, niveau, mode d'écoulement, relations que les eaux entretiennent avec les divers éléments qui les conditionnent, variations des comportements dans le temps et l'espace.

Aussi, les principaux thèmes d'études autour desquels se groupent les recherches en hydrologie sont-ils les suivants : caractéristiques du bassin, ruissellement et précipitations, écoulement et température, infiltration et eaux souterraines, évaporation et déficit d'écoulement, bilan d'écoulement, abondance moyenne, variations saisonnières et types de régime, crues et étiages, art de l'hydraulique, mathématiques hydrologiques, cycle hydrologique. Dans l'ensemble, si des mots sont au centre des travaux en hydrologie, ce sont ceux de débit (*discharge*), d'écoulement (*flow*), et de ruissellement (*run-off*).

OBJET DE CETTE ÉTUDE

C'est précisément l'étude de ces termes représentatifs de toute une science qui fera l'objet de ce travail qui est donc orienté vers des problèmes de définition et de vocabulaire. Les chercheurs en hydrologie se sont naturellement appliqués davantage à l'étude de l'écoulement proprement dit qu'à celle des termes par lequel on désigne le phénomène. Aussi, ne trouve-t-on pas facilement une définition commentée de ces mots ; il existe même un certain flottement dans les concepts fondamentaux ; différents chercheurs appliquent le mot ruissellement à des moments et des états bien différents ; la plupart des auteurs n'entretiennent pas toujours une distinction nette entre l'écoulement et le ruissellement ; d'autres voient dans le premier terme la notion de débit (49,900 pi. cu.-sec. pour l'Outaouais à Grenville en 1944) et dans le second celle des pluies écoulées (12.228 pouces).

Voici comment monsieur M. Pardé distingue écoulement de ruissellement : « L'écoulement se comprend en millimètres ou en pouces de précipitations débitées. Le mot *écoulement* en un endroit donné où passe un débit totalise : 1° l'écoulement de surface auquel je réserve le terme de *ruissellement* (d'origine pluviale nivale ou glaciaire) ; 2° l'écoulement d'origine immédiatement souterraine (et provenant en première cause d'infiltrations de pluies ou de neiges fondues) et l'écoulement d'origine immédiatement lacustre ». (Lettre à l'auteur, 4 novembre 1956.) D'un hydrologue à l'autre, le sens des mots change : M. Pardé traduirait apparemment *Run-off* par écoulement alors que le Service fédéral des eaux (Canada) le fait officiellement par ruissellement ; par ailleurs, les qualificatifs qui accompagnent le mot fondamental ne sont pas assez nombreux et exacts pour couvrir toute la réalité ; de plus, une comparaison entre le vocabulaire anglais et français révèle que la signification des mots n'est pas la même d'une langue à l'autre et que, parfois, il n'existe pas chez l'un des termes bien connus dans l'autre. Vu ces difficultés, il ne sera pas facile de mettre de l'ordre dans les mots mais certaines choses peuvent être cependant éclaircies.

Ces déficiences dans le domaine de la nomenclature sont à l'origine de notre tentative de préciser le sens des mots : débit, écoulement et ruissellement et de rationaliser l'emploi des principaux qualificatifs appliqués à ces mots fondamentaux.

Les comportements climatiques, les caractéristiques du bassin, le facteur temps, l'intervention humaine et la littérature hydrologique tant anglaise que française sont à la base de nos suggestions de vocabulaire.

Nous verrons d'abord les définitions des termes débit, écoulement et ruissellement en hydrologie. Puis, nous passerons à l'examen des concepts et des mots qui leur sont associés de près ; pour ce faire, nous exposerons les quatre manières d'exprimer mathématiquement les eaux qui ruissellent ; nous examinerons ensuite le phénomène de l'écoulement d'après le facteur temps, l'élément quantité et les sources d'alimentation. Enfin, nous découvrirons d'autres qualificatifs à ajouter aux mots de base en rappelant qu'il faut corriger parfois les données brutes.

L'ordre que nous suivrons dans l'examen des principaux champs de recherches où l'on retrouve prostitué le sens du mot ruissellement, n'est pas commandé par la logique hydrologique ; nous avons préféré aligner les sections de manière à ce que le lecteur passe de l'étude de termes bien connus à celle de termes moins connus.

Afin de donner un aspect concret à cette étude d'hydrologie générale, nous avons voulu illustrer nos définitions en choisissant le principal affluent du Saint-Laurent, l'Outaouais à Grenville — en autant que le régime de cette rivière et l'état des recherches en cours permettaient de la faire.

Nous ne sentons pas le besoin de préciser particulièrement que les mots écoulement et ruissellement en hydrologie ont un sens différent des mêmes termes utilisés en morphologie.

1. Définitions

Voyons d'abord le sens hydrologique le plus probable de chacun des trois mots à l'étude.

Le débit (*discharge*) signifierait la quantité d'eau qui s'écoule. C'est un terme qui contient l'idée d'une mesure, d'un chiffre exprimé en valeurs cubiques à la seconde. Le débit moyen annuel de l'Outaouais à Grenville a été de 49,900 pieds cubes en 1944.

L'écoulement (*flow*) se rapporte plutôt à l'action de s'écouler, au mouvement des eaux qui s'écoulent ; il signifie aussi ce qui s'écoule, en général. D'après nous, l'on pourrait utiliser le mot écoulement dans cette phrase : par suite d'une chaleur exceptionnelle, la disparition d'une tranche du *permafrost* a provoqué un écoulement gratuit (pour *gratuit*, voir plus loin) dans tel bassin pour telle année.

L'écoulement est canalisé par des cours d'eau installés sur la terre. Johnstone parle de *superficial outflow*. Pour respecter cette précision, il vaudrait donc mieux parler d'ÉCOULEMENT DE SURFACE plutôt que d'écoulement tout court pour qualifier l'écoulement subaérien. Il faut aussi bien distinguer l'écoulement de surface du ruissellement des précipitations récentes (voir section 5).

L'écoulement de surface, subaérien, à l'air libre, s'oppose à l'écoulement souterrain, subsuperficiel, interne ou au sous-écoulement ou à l'écoulement sub-nival et subglaciaire.

Johnstone et Foster précisent que l'eau qui quitte un bassin dans le lit d'un appareil hydrographique peut, soit venir des précipitations immédiates,

soit sortir d'un couloir souterrain. Il peut donc y avoir un stade d'écoulement en profondeur entre le moment des pluies et celui de la résurgence. Alors, puisque les sources d'alimentation ne sont pas uniques, il serait toujours préférable de parler d'ÉCOULEMENT TOTAL (*total run-off*) au lieu d'écoulement tout court.

Il est préférable d'employer le mot écoulement quand, pour un débit, l'on ne peut évaluer les précipitations correspondantes ou que l'on n'a pas l'intention de le faire.

Le ruissellement (*run-off*) a un sens plus précis. Il signifie ce qui s'écoule des pluies ou en d'autres termes la quantité des pluies qui empruntent les cours d'eau pour quitter la région. Dans le bassin de l'Outaouais, les valeurs globales des précipitations et du ruissellement correspondant sont respectivement de 35.04 pouces et de 16.03177246 pouces.

Le verbe *run-off* signifie action de s'éloigner, de s'enfuir, de partir en courant. Strictement parlant, le ruissellement est un phénomène qui désigne le déplacement d'un corps liquide. Les notions de mouvement et de déplacement d'un fluide sont donc associées de près au mot ruissellement. En hydrologie, O. Meinzer nous avertit que « there has been considerable difference in the use of terms relative to runoff ».³ Ces hésitations valent surtout pour les qualificatifs qu'on ajoute au mot ruissellement lorsqu'on tente de préciser sa pensée. Chez Maurice Pardé,⁴ Oscar Meinzer,⁵ Thiessen,⁶ Foster,⁷ Johnstone⁸ et autres, *runoff* ou ruissellement désigne : « That portion of the precipitation falling upon a drainage area which is discharged from the area to the sea as surface water in stream channel » (Thiessen).

De cette définition, l'on peut faire ressortir les idées suivantes :

Il ne s'agit plus de l'action de ruisseler mais précisément d'une quantité d'eau. Cette eau est en mouvement puisqu'on emploie les expressions de « stream channel, outflow, water returning to the sea, all water that drain from land areas ». Au mot *run-off* sont donc associés les concepts de quantité et de déplacement.

Cette même définition précise que l'eau vient des précipitations, laissant par là entrevoir une des corrélations classiques à établir entre les pluies tombées et les « pluies écoulées » (Pardé). Pour illustrer cette relation, un traité d'hydrologie s'intitule *Rainfall and Runoff*. Le mot ruissellement ne devrait donc s'employer que lorsque les chercheurs voient dans les eaux courantes les précipitations qui en sont la cause. De plus, comme il est fait mention que les précipitations doivent tomber dans le bassin où les eaux s'écoulent, retenons qu'il faudra établir une correction dans le cas de transfert de matériel d'un bassin à l'autre.

En exploitant l'idée précédente, nous constatons que le ruissellement n'est autre que les précipitations moins les pertes, c'est-à-dire, moins le déficit, ces pertes se faisant surtout par évaporation et, sur une très courte période, par infiltration et « interception ». Considéré sous cet angle, le *run-off* est une

³ O. MEINZER, *Hydrology Physics of the Earth*, M. G. H., 1942, pl. 478.

⁴ *Opus cit.*

⁵ *Opus cit.*, p. 478.

⁶ A. H. THIESSEN, *Weather Glossary*, W. B. n° 1445, Washington, 1949, p. 227.

⁷ Ed. E. FOSTER, *Rainfall and Runoff*, MacMillan, 1949, p. 293.

⁸ D. JOHNSTONE et W. CROSS, *Elements of Applied Hydrology*, N. Y., 1949, p. 100.

TABLEAU I

QUELQUES VALEURS HYDROLOGIQUES CONCERNANT L'OUTAOUAIS À GRENVILLE ¹		
OBJECTIF	DATE	VALEURS
Précipitations.....	1911 - 1954	35,04 pouces
Superficie du bassin de drainage.....		55,560 milles carrés
Déficit d'écoulement (du ruissellement)	1911 - 1954	19 pouces (environ)
Épaisseur du ruissellement.....	1929 - 1945	16,031 77264 pouces
Coefficient d'écoulement (du ruissel- lement).....	1911 - 1954	45% (environ)
Module global.....	1929 - 1945	66,130 pi.cu.-sec.
Débit spécifique.....	1929 - 1945	1,18 pi.cu.-sec. par m.c.
Débit maximum instantané.....	1929 - 1945	400,000 pi.cu.-sec. (env.)
Débit maximum quotidien.....	1929 - 1945	271,680 pi.cu.-sec.
Module, année.....	1944	49,900 pi.cu.-sec.
Volume, année.....	1944	1,577,982,710,000 pi.cu.
Débit moyen mensuel, minimum, ann.	1944	35,970 pi.cu.-sec.
Débit maximum quotidien, année....	1944	130,880 pi.cu.-sec.
Débit moyen mensuel, maximum, année	1944	95,710 pi.cu.-sec.
Débit de la nappe.....	1944 été	33,000 pi.cu.-sec. (env.)
	automne	42,000 pi.cu.-sec. (env.)
Débit caractéristique, 6 mois.....	1944	45,000 pi.cu.-sec.
Débit nivo-pluvial moyen du printemps	1944	110,000 pi.cu.-sec.
Débit moyen mensuel (oct.).....	1943	45,650 pi.cu.-sec.
Débit quotidien (1 ^e oct.).....	1943	51,040 pi.cu.-sec.

¹ *Bulletin des Ressources hydrauliques*, n° 95, p. 155-156. Calculs additionnels.

NOTE : ces chiffres, assemblés ici, sont déjà dans le texte. D'ordinaire les valeurs du ruissellement s'expriment en pouces alors que celles du débit et de l'écoulement s'expriment en pieds cubes-seconde.

« residual quantity ». ⁹ Cette optique met en valeur les études sur le déficit d'écoulement (E) (on devrait plutôt dire déficit du ruissellement) comme moyen d'estimer le débit. ¹⁰

Le ruissellement ou le *run-off* nous apparaît donc comme une quantité d'eau à l'intérieur d'un bassin hydrographique déterminé, représentant *cette partie des précipitations* qui circule à la surface du bassin après s'être plus ou moins infiltrée.

Ces définitions élémentaires nous font déjà voir que les trois termes ont un sens différent suivant l'optique que l'on se donne. Au sujet du même phénomène des eaux courantes, nous pouvons parler de débit si nous connaissons la quantité qui passe à la seconde, d'écoulement si nous songeons au fait que les eaux se déplacent et de ruissellement si nous cherchons à retrouver dans les eaux qui passent les précipitations qui en sont la cause.

⁹ FOSTER, *opus cit.*, p. 293.

¹⁰ Voir en particulier les travaux de Maurice Pardé.

Ces définitions nous serviront de points de références lorsqu'il nous faudra faire un choix entre les mots débit, écoulement et ruissellement.

2. Termes associés à l'expression arithmétique des eaux courantes

On exprime de quatre manières la quantité des eaux courantes qui sortent d'un bassin hydrographique.

Par la première expression, l'on rejoint la notion fondamentale de DÉBIT (Q) ou *discharge* ; on dit aussi *run-off*, module, débit absolu, décharge, abondance, écoulement, ruissellement, eaux de ruissellement. Cette donnée s'exprime généralement en mètres cubes-seconde ou en pieds cubes-seconde (on abrège en écrivant pieds-seconde).¹¹ Les *Bulletins des Ressources hydrauliques du Canada* définissent ainsi le débit en pieds-seconde : « Un pied-seconde est l'intensité de débit équivalent à celui de l'eau coulant dans une section ayant une superficie d'un pied carré avec une vitesse moyenne d'un pied par seconde ». ¹² Pour l'année hydrologique 1944, le débit moyen annuel de l'Outaouais à Grenville a été de 49,900 pi.cu.-sec.

D'une manière moins fréquente, l'on exprime les eaux courantes en pieds cubes, ou en mètres cubes. Il s'agit encore d'un volume mais qui n'est plus ramené à l'unité du temps. Par rapport à la précédente, cette donnée est cumulative de la période étudiée. Le VOLUME de l'Outaouais, à Grenville, pour l'année 1944, se chiffre à 1,577,982,710,000 pieds cubes.

Un troisième mode d'exprimer la quantité des eaux est de donner le correspondant du volume en pouces d'eau qu'on répartit idéalement sur toute la superficie de la région drainée par la rivière.¹³ On parle alors d'ÉPAISSEUR DU RUISSELLEMENT en pouces, du *run-off*, du *run-off depth in inches* (R), d'indice d'écoulement (I), de ruissellement (R), d'écoulement, de débit pluvial, de pluie effective, de tranche d'eau écoulée, de pluies écoulées (P'). Cette donnée s'exprime en millimètres ou en pouces, tout comme les précipitations auxquelles on la compare. « Run-off in inches », nous disent les remarquables *Surface Water Supply of the United States* « is the depth to which an area would be covered if all the water draining from it in a given period were uniformly distributed on its surface ». ¹⁴ Il va sans dire que le débit et l'épaisseur du ruissellement sont deux données intimement liées comme l'indique l'équation suivante. Le débit en pieds cubes-sec. (Q) multiplié par le nombre de secondes de l'année (n.sec) équivaut au produit de la superficie du bassin (S) en pi. carrés par l'épaisseur en pieds du volume des eaux uniformément réparties (R). Ce qui donne cette abréviation : $Q \times n. sec. = S \times R$ ou en isolant le dernier terme : $\frac{Q \times n. sec.}{S} = R$. Pour l'Outaouais à Grenville, au cours de la période 1929-1945, l'épaisseur en pouces sur le bassin de drainage correspond à 16.03177264 pouces.

¹¹ Un mètre cube divisé par 0.0283 donne des pieds cubes.

¹² N° 95, p. 12.

¹³ La valeur du débit spécifique multipliée par 0.03719 donne pour un jour l'épaisseur du ruissellement en pouces.

¹⁴ *Geological Survey Water-Supply Paper*, n° 1237, p. 3.

L'écoulement s'étudie en fonction d'un bassin hydrographique déterminé. Les relations constantes que le chercheur en hydrologie doit entretenir entre eaux courantes et bassin ont fait naître la notion de DÉBIT SPÉCIFIQUE (q) ou module spécifique ou ruissellement spécifique, relatif, superficiel ou unitaire. Cette donnée s'exprime en France en litres-seconde par kilomètre carré et dans les pays de langue anglaise en pieds-seconde par mille carré (*cubic feet per second per square mile ou cfs/m*).¹⁵ Le débit spécifique est le nombre moyen de pieds cubes d'eau coulant à la seconde pour chaque mille carré du bassin de drainage en supposant que l'eau soit distribuée uniformément sur toute l'étendue et sans tenir compte des variations dans le temps. Dans les annuaires hydrologiques, le débit spécifique est une donnée qui accompagne celle de débit absolu. Elle est très utile pour fournir rapidement l'état de santé d'un cours d'eau et faciliter des comparaisons entre les appareils hydrographiques. Le débit relatif de l'Outaouais pour les années 1929-1945 est de 1.18 pi.cu.-sec. par mille carré.

Ainsi, sur le plan de l'expression arithmétique et en relation avec le bassin, les eaux courantes pourraient être considérées soit comme un débit absolu en pi.cu.-sec., soit comme un volume absolu en pi.cu., soit encore comme une épaisseur en pi., soit enfin comme un débit relatif en pi.cu.-sec. par m. car. Tout cela est bien connu.

3. Termes associés au facteur temps

Le facteur temps est une autre constante fondamentale des données hydrologiques. Aussi calcule-t-on l'écoulement suivant une certaine durée du phénomène. Cette période est surtout celle des précipitations elles-mêmes ou, généralement, celle d'un mois ou d'une année dans le cas des valeurs de volume ou d'épaisseur.

Quant au DÉBIT, l'on a vu qu'il exprimait les données à la SECONDE. Cette seconde peut être unique en deux cas au moins : ordinairement, les chiffres quotidiens ne correspondent qu'à l'écoulement qui s'est produit durant une seule seconde de la journée, seconde arbitrairement choisie comme représentative de l'abondance moyenne du cours d'eau durant 24 heures ; le premier octobre 1943, l'Outaouais a roulé 51,040 pi.cu.-sec. Le deuxième cas correspond à l'écoulement *maximum maximorum* instantané ; il devrait atteindre 400,000 pi.cu.-sec. sur l'Outaouais. Il arrive plus souvent que les valeurs des débits à la seconde sont des valeurs moyennes calculées sur un nombre considérable de secondes. La *moyenne* peut être celle de quelques secondes (trois) d'une journée, on obtient alors un débit moyen QUOTIDIEN. Cette moyenne peut provenir des débits à la seconde durant une heure ; on se sert de cette donnée surtout en temps de catastrophes, lorsque l'allure de la crue se prête au calcul d'un DÉBIT HORAIRE. Le débit moyen à la seconde peut provenir d'une moyenne d'un mois : on a alors un écoulement moyen MENSUEL ; en octobre 1943, l'Outaouais débitait 45,650 pi.cu.-sec. La seconde associée aux valeurs du débit peut être

¹⁵ Un débit spécifique en pi.-sec. par mille carré équivaut à un débit spécifique de 10,92 lit.-sec. par kilomètre carré.

également la moyenne des valeurs à la seconde au cours de toute une période de CRUE (ou d'étiage) : du 26 avril au 17 mai, toujours la même Outaouais au même poste avait un débit supérieur à 100,000 pieds-seconde. La dite moyenne est aussi parfois celle de toute une SAISON ; depuis l'exploitation massive des ressources hydrauliques, l'on a dressé des calculs précis pour une foule de rivières afin de connaître leur débit caractéristique pour 3 mois, 9 mois et surtout 6 mois ; l'Outaouais en 1944 avait un D.C.6 (débit caractéristique 6 mois) supérieur à 45,000, c'est-à-dire que pendant la moitié des jours de l'année, le débit n'est pas tombé au-dessous de ce chiffre. D'une façon plus courante, la seconde-moyenne correspond à des valeurs à la seconde pour toute une année : en ce cas précis de la durée, le débit prend le nom de MODULE. Enfin, la seconde peut être la moyenne calculée sur une période de plusieurs années (et que ce soit à propos des débits quotidien, mensuel, annuel...) ; on emploie alors l'expression GLOBALE parfois NORMALE pour désigner une valeur moyenne calculée sur une longue période ; l'abondance moyenne globale pour l'Outaouais de 1929 à 1945 se fixe à 66,130 pi.cu.-sec.

On peut retrouver à tous les stades de recherches des données représentatives des différentes durées que nous venons de rappeler.

4. Termes associés à l'aspect quantitatif

Fondamentalement, l'hydrologie est basée sur des valeurs quantitatives. La valeur principale est le chiffre moyen de l'écoulement, d'où l'expression de débit MOYEN, qu'il soit d'un jour, d'un mois, d'un an... Les valeurs moyennes sont encadrées par des données MAXIMA et MINIMA. L'Outaouais en 1944 a eu un débit moyen mensuel maximum de 95,710 et un débit moyen mensuel minimum de 35,970. On peut aussi chercher le maximum quotidien au cours de l'année, 130,880 pour l'Outaouais, ou au cours de la période, 271,690. Beaucoup d'autres données peuvent faire aussi l'objet de recherches comme les calculs des MAXIMA MAXIMORUM et leurs inverses.

L'étude du phénomène de l'écoulement en fonction des expressions arithmétiques, en fonction des valeurs moyennes suivant une durée variable et en fonction de l'aspect quantitatif, ne nous a pas permis de découvrir beaucoup de termes nouveaux ; nous n'avons eu qu'à grouper des mots et des concepts presque toujours connus. De plus, il a été assez facile de choisir entre les trois termes de débit, d'écoulement et de ruissellement. L'examen que nous ferons maintenant des valeurs de l'écoulement en fonction des sources d'alimentation apportera une contribution plus originale car les notions et les termes sont ici plus ambigus. Au travail de classification et de systématisation s'ajoutera donc celui de la recherche d'expressions nouvelles.

5. Termes associés aux sources d'alimentation

Le ruissellement s'étudie surtout en fonction des sources qui l'alimentent. Nous touchons ici à l'une des corrélations les plus recherchées en hydrologie. L'importance de la nature des sources d'approvisionnement se reflète dans le

fait que chacune d'entre elles donne naissance à des régimes hydrologiques particuliers.

Nous pouvons classer en deux catégories les sources d'alimentation. Le débit d'un cours d'eau peut-être, en effet, soutenu soit directement soit indirectement. Évidemment, il arrive souvent que des sources directes et indirectes fonctionnent à la fois.

On reconnaît que l'alimentation est directe et immédiate lorsqu'elle est exclusivement constituée de précipitations pluviales récentes qui ont un coefficient d'écoulement supérieur à zéro. Le ruissellement est alors exclusivement composé des pluies écoulées. On reconnaît que ce type d'écoulement correspond le plus purement à la notion de *run-off*. Il existe un terme consacré pour qualifier le ruissellement contemporain ou presque contemporain des pluies, c'est le ruissellement de surface, *surface water*, *surface run-off*, *surface flow*. L'expression est impropre car elle a l'inconvénient de nous laisser entendre que l'écoulement ne se fait que dans un lit subaérien. Il est évident que l'alimentation directe provoque un ruissellement extérieur mais tous les cours d'eau de surface ne véhiculent pas seulement et exclusivement des eaux de pluies récentes qui n'ont pas pris le temps de s'infiltrer ou de s'attarder. Nous préférons donc l'expression : ruissellement direct (*direct run-off*) ou RUISSALLEMENT DE PRÉCIPITATIONS RÉCENTES. Dans les régions sans étiage prononcé et prolongé, le ruissellement immédiat coexiste avec un écoulement soutenu par d'autres sources d'approvisionnement. De sorte qu'on ne pourrait trouver du ruissellement direct bien isolé que dans un lit d'une rivière habituellement à sec mais subitement rempli pour vidanger rapidement le trop plein d'une averse. L'Outaouais, rivière pérenne, ne peut évidemment pas fournir d'exemples.

Les sources indirectes d'alimentation des cours d'eau sont plus complexes. Nous disons indirectes car d'un côté nous retrouverons toujours l'influence initiale des précipitations et de l'autre nous constaterons que ces précipitations ou le ruissellement qui en résulte ont été victimes de rétention. Nous suggérons de grouper en trois sections les divers types d'écoulement indirect ou de rétention. Il ne s'agit pas de faire ici une étude générale de la rétention mais de dégager les principaux types d'écoulement qui sont associés à ce phénomène.

Une première catégorie rassemblerait la famille des écoulements attardés qui sont victimes d'une *rétention climatique*. La forme la plus ordinaire des précipitations qui ne favorisent pas un ruissellement immédiat est la neige. Dans les pays où une période chaude suit la saison nivale, la neige fond et elle donne naissance à une crue particulière, événement annuel qui donne à l'ensemble du régime une allure spéciale. L'écoulement commandé par la fonte de la neige est un écoulement NIVAL (*snow run-off*). Nous ne décrirons pas ici ce phénomène mais nous pouvons laisser entrevoir la complexité des régimes hydrologiques nivaux en rappelant qu'on a déjà identifié au moins 10 types d'écoulement nival. Sur l'Outaouais, à Grenville, l'addition de la contribution nivale fait passer le débit moyen de moins de 40,000 à plus de 110,000 pi.cu.-sec. pendant quelques semaines. En ce premier cas de rétention, le retard dans l'écoulement n'est fixé qu'à quelques mois.

Au contraire, dans les pays sans réchauffement climatique saisonnier propre à la fonte de la neige, celle-ci peut se transformer en glace de glacier. Lorsque cette dernière fond en partie ou en totalité, des eaux sont libérées. Ces eaux sont surtout connues des géographes pour leur action morphologique fluvio-glaciaire mais certains chercheurs ont reconnu en elles un régime particulier qualifié de GLACIAIRE. Cet écoulement, alimenté par la fusion de la glace, peut s'interpréter comme la fin d'une rétention prolongée. C'est un événement qui permet à des eaux longtemps figées de reprendre leur cycle normal d'évolution.

Les rivières à bassin nival ou glaciaire sont l'objet d'études approfondies si elles sont susceptibles de favoriser ou de contrecarrer l'action des hommes. On vient ainsi à déterminer la quantité exacte des eaux à attendre de la fonte ou de la fusion. Autant dire que ces mots d'écoulement nival et d'écoulement glaciaire correspondent à des phénomènes et des moments très réels en hydrologie.

En deuxième lieu, nous rassemblerions sous le titre de *rétention morphopédologique*, un autre groupe de ruissellements différés. Le sol et le relief sont ici les facteurs qui empêchent un écoulement immédiat. Nous ne voulons faire état que de deux types.

Le premier est très laurentien si nous pouvons ainsi dire, car il s'agirait d'un écoulement de RÉTENTION LACUSTRE. Les pluies ou les eaux créées par la fonte de la neige ou d'autres eaux encore ne ruisselleraient qu'après avoir séjourné dans une série de lacs dont la propriété, à cause de leur étendue et de leur vulnérabilité à l'évaporation est de régulariser les variations saisonnières naturelles. Le Saint-Laurent, à cause des Grands Lacs, et une foule de rivières du plateau labradoréen sont de ce type. Les réservoirs artificiels rangent les cours d'eau régularisés dans la même catégorie ; de ce fait, le Saint-Maurice (Saint-Laurent) fournit un très remarquable exemple. Ce ruissellement est quantitativement mesurable et il a des caractéristiques déterminées, d'où nécessité d'un terme particulier pour le désigner.

Un type voisin de rétention morphologique est celui qui est causé par la longueur du cours d'eau ou par la faible pente de son talweg ; il se passe parfois plusieurs semaines avant que le coup d'eau d'amont atteigne la section aval des rivières, par exemple sur le Niger.

Un second type, plus connu, est constitué de cette fraction de l'écoulement total dans une rivière pérenne, arrosée régulièrement, fraction qui vient d'eaux de pluie qui se sont infiltrées avant de pouvoir ruisseler. La rétention s'est faite par l'intermédiaire de l'infiltration. Celle-ci a permis aux eaux en surface (pluie ou ruissellement de surface) de nourrir la nappe phréatique qui, à son tour, alimente des cours d'eau subaériens. Par ce mécanisme, la nappe contribue à l'écoulement total de surface et en général régularise le régime. C'est cette eau que les auteurs de langue anglaise appelle *base flow*, *base water*, *ground water*. En français, on dit déjà débit régulier, socle des débits ordinaires, débit minimum ordinaire, débit soutenu ; on pourrait ajouter débit DE LA NAPPE, débit de base, débit fondamental. À cause de la régularisation artificielle de l'Outaouais, nous ne pouvons nous baser sur les débits hebdomadaires minima

de la rivière pour découvrir le débit de la nappe. Nous estimons les valeurs à 33,000 durant l'été et à 42,000 au cours de l'automne.

Dans une troisième catégorie (rétention climato-pédologique), où nous continuons l'étude de sources indirectes d'alimentation des cours d'eau, nous découvrons un écoulement associé à la FONTE DU PERMAFROST. Nous retrouvons ici le cas d'une rétention séculaire. La fonte du pergélisol libère des eaux qui corrigent par excès le régime « normal » des cours d'eau touchés. Très rares sont les travaux consacrés à ce phénomène. A. Cailleux a toutefois abordé le problème.¹⁶

Une étude complète relèverait de nombreux autres types qui ne sont pas envisagés dans cette section consacrée aux principaux types de ruissellement naturel en rapport avec les sources d'alimentation. Il a été seulement question des ruissellements et écoulements direct, nival et glaciaire, de rétention lacustre et de rétention de la nappe, de la fonte du *permafrost*. On reconnaît facilement l'originalité de chacun d'eux : certains sont saisonniers (nival) ; d'autres régularisés (nappe) ; d'autres enfin calqués sur le régime des pluies (direct).

6. Termes associés aux corrections

Enfin, d'autres occasions sont données aux hydrologues d'attacher aux mots débit, écoulement et ruissellement des expressions qualificatives. C'est lorsqu'ils apportent (ou pourraient apporter) des corrections aux données de base. Les valeurs enregistrées ne correspondent pas toujours à la réalité ; elles pèchent souvent par excès ou par défaut. Il est certes très difficile de quantifier les différences mais l'on peut tenter de le faire si l'on connaît bien les comportements originaux des cours d'eau et si l'on possède à leur sujet un grand nombre de données.

Parce que le ruissellement n'est pas toujours immédiat, que la superficie du bassin est une constante à respecter, que l'année hydrologique a des limites fixes et arbitraires et que les hommes influencent le régime, les relations à établir de toute façon entre précipitations et ruissellement sont souvent viciées. Aussi serait-il bon, dans une recherche qui se voudrait définitive, d'opposer les débits brut et vrai et de songer à l'écoulement gratuit et à l'écoulement soustrait.

Par opposition au débit VRAI, un débit BRUT (*yield*) viendrait d'une donnée au sujet de laquelle on n'aurait pas cherché et établi les corrections nécessaires en cas de transfert (en surface et en profondeur) d'eau d'un bassin à un autre, d'une année à une autre, d'une période à une autre.

Les transferts d'eau, en quelque lieux et périodes qu'ils se produisent font naître deux types d'écoulement différé. Des eaux libérées d'une rétention ancienne ou les énigmatiques condensations occultes provoquent un écoulement GRATUIT pour telle année dans tel bassin. Ainsi en est-il d'une rivière qui bénéficie de la fonte du *permafrost* millénaire. M. Pardé emploie le symbole de *P'r* pour signifier ce que nous appelons écoulement gratuit.

¹⁶ André Cailleux et Gérard Taylor. *Les températures des eaux de l'Ege (Groenland occidental)*. Publication n° 38 de l'Association Internationale d'Hydrologie, Rome. Extrait.

Inversement, au cours d'une année particulière, des précipitations enregistrées peuvent n'avoir pas de ruissellement correspondant si elles sont victimes de rétention à long terme ; elles ne s'écouleront alors que dans un avenir qui peut être éloigné ; dans ces conditions, les valeurs de l'écoulement total de l'année seront faibles, compte tenu des pluies reçues et de leur coefficient ordinaire d'écoulement. L'erreur par défaut correspond à l'écoulement SOUSTRAIT. *Mr* chez Pardé.¹⁷

En tenant compte de ces corrections, l'équation hydrologique fondamentale¹⁸ $R = P - D$ qui veut que le ruissellement (*R*) équivale aux précipitations (*P*) moins le déficit d'écoulement (*D*) peut se transformer comme suit :

$$Re\ 1 + 1\ Rgr\ 2 + 1\ P\ 2 = 1\ E\ 2 + 1\ Tr\ 2 + 1\ Qb\ 2 + Re\ 2$$

Dans cette formule,

Re indique les réserves du bassin, réserves dans le lit, dans les réservoirs, dans les végétaux, dans le sol, réserves de la nappe phréatique, de rétention initiale...

Rgr : apport venu de l'extérieur du bassin ou apport qui n'a pas son équivalent dans les précipitations enregistrées durant la période.

P : précipitations tombées.

E : pertes par évaporation.

Tr : pertes par transpiration.

Qb : débit Brut.

1 : au début de la période.

1 2 : au cours de la période.

2 : à la fin de la période.

Chez les auteurs américains, la formule complète est la suivante :

$$S\ 1\ (storage) + 1\ I\ 2\ (inflow) + 1\ P\ 2\ (precipitation) = 1\ L\ 2\ (loss) + 1\ D\ 2\ (outflow) + S\ 2.$$

CONCLUSION

Un des rameaux les moins étudiés de la géographie est celui qui comprend les phénomènes hydrologiques ayant une incidence géographique. L'hydrologie est avant tout l'étude des eaux courantes issues des précipitations. Dans cette optique, le mot ruissellement sera au centre des recherches en ce domaine.

À l'usage, le mot s'est détérioré au point qu'on applique le terme de ruissellement à plus de trente phénomènes et moments hydrologiques. De plus, les qualificatifs qu'on ajoute au mot de base sont différents suivant les chercheurs et les pays.¹⁹ Enfin, aucun mot n'est consacré pour qualifier certains types d'écoulement. Vu cette imprécision de langage, nous avons tenté une étude de vocabulaire au sujet des mots-clefs de débit, écoulement et ruissellement.

¹⁷ Chez Pardé : $P' = P - E$ (pluies écoulées = précipitations moins l'indice d'évaporation). Chez les auteurs états-unis : $R = P - L$ (*Run-off* = *Precipitation minus Water Loss*).

¹⁸ Comparant les deux phénomènes d'écoulement GRATUIT et d'écoulement SOUSTRAIT, M. Coutagne a créé les expressions de *rétention positive* quand en valeur le second l'emporte sur le premier et de *rétention négative* dans le cas contraire.

¹⁹ On peut s'en faire une idée en consultant le *Vocabulaire franco-anglo-allemand de géomorphologie* (Henri Baulig, Paris, 1956) aux numéros 89-100.

Pour ce faire, nous avons d'abord redéfini les termes fondamentaux ; puis nous avons rappelé les quatre façons classiques d'exprimer mathématiquement les eaux qui ruissellent. Nous avons aussi envisagé les mots débit, écoulement, ruissellement en fonction de la durée des phénomènes hydrologiques, de l'aspect quantitatif des données et en fonction des sources d'alimentation. Enfin, nous avons cru bon d'exposer sommairement les corrections fondamentales à apporter aux données enregistrées sur les eaux courantes.

Après examen, nous constatons que les mots débit, écoulement et ruissellement ne sont pas interchangeables. Chacun a un sens particulier et, dans la plupart des cas, il est facile d'utiliser correctement ces termes. Mais, certaines difficultés demeurent par suite du fait que *le même phénomène hydrologique peut-être envisagé d'après les concepts que remue chacun des trois mots*. Ainsi, pour ce qui est des eaux courantes provenant de la nappe phréatique il peut être à la fois question de débit de la nappe (chiffre en pi.cu.-sec.), écoulement de la nappe (par opposition à l'écoulement de surface) ou de ruissellement de la nappe (si l'on y voit les précipitations qui ont d'abord fait la santé de la nappe).

Malgré ces possibilités de superposition, nous pouvons parler de *débit* absolu, débit spécifique, débit à la seconde, débit quotidien, débit horaire, débit mensuel, débit de crue, débit saisonnier, module, débit global ; débit moyen, débit maximum, débit minimum, débit *maximum maximorum* et son inverse ; volume ; débit brut et débit vrai.

Écoulement de surface, écoulement total, écoulement de la nappe, écoulement de la disparition du *permafrost*, écoulement de rétention lacustre : écoulement gratuit ; écoulement soustrait ; écoulement glaciaire ; écoulement nival.

Ruissellement de précipitations récentes ; épaisseur (en pouces) du ruissellement sur la superficie. En hydrologie, mieux vaut employer généralement le terme écoulement que celui de ruissellement, ce dernier ayant le sens précis qu'une quantité déterminée de pluies tombées s'est écoulée en surface. Il est d'ailleurs heureux de restreindre, en ce domaine, l'usage du mot ruissellement, car ce terme est déjà largement utilisé en géomorphologie.

Nous espérons que le présent essai axé sur des problèmes de nomenclature permettra aux trois mots étudiés de s'ajuster mieux aux recherches que les hydrologues ont déjà menées au sujet du phénomène de l'écoulement. Nous avons essayé de mettre les mots au niveau des concepts circonstanciés que la réalité complexe a fait naître. Si nous atteignons notre but, les études hydrologiques peuvent gagner en précision et en valeur représentative. Et il y aura peut-être plus d'équivalence entre les travaux de recherches qui se publient d'une part en langue française et de l'autre en langue anglaise.
